第 12 卷 第 1 期
1963 年 2 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 12, No. 1
February, 1963

粘虫 *Leucania separata* Walker 成虫复眼暗適应的电生理研究*

陈元光 欽俊德
（中国科学院动物研究所）

摘要 本文用电生理学的方法，研究了粘虫成虫复眼在暗适应过程中感受性的变化，及暗适应后感觉反应与閃光刺激強度之間的相互关系。复眼的光感受性随着暗适应时間的延长而逐漸增加；暗适应第 15 秒鈡时与暗适应完成后所产生的感受器电位強度相差 4 倍。完成暗适应的时間大約为 30—45 分鈡。暗适应后的感受器电位与閃光強度的对数（Log *I*）之間的关系，在閃光強度 Log *I* = −0.5 到 3.0 的范围內，几乎为正比例的直綫相关。网膜电流图一般包含四种成分：①开光反应，表現为短暫的正电位变化；②主要的、起源于感受器的負电位变化；③发生于負电位升起端的正相电位；及④表現为負电位的閉光效应。它們彼此間能相互影响，使視网膜电流图在不同情况下有不同的外形，其中占优势的为感受器产生的負电位。本工作表明雌雄个体之間在視网膜电位的反应方面差异不明显。

一、前 言

粘虫素以夜間活动能力高強著称；在成虫期間取食、交尾、产卵等重要活动都在夜間进行。因此，影响成虫活动的因子除温度、湿度、气流等外，尙有环境中的光照強度。粘虫成虫在微弱的光亮下仍能保持活动能力；此与其复眼机能的特殊性是分不开的。因此欲探明粘虫成虫夜間活动行为的特点，从而利用此种特点找出对策来进行防治时，对于它的光感觉器官——复眼的作用机制应作較深入的了解。本文为从电生理学的角度，研究粘虫成虫复眼在暗适应过程中光感受性的变化，以及暗适应后对不同強度光的反应特点，目的在于帮助具体分析粘虫成虫的习性同光照強度之間的关系时，在理論上有所依据及启发，从而在生产上能起到一定的指导作用。

昆虫复眼与单眼的暗适应及相应于暗适应过程的网膜电流图的变化，已有很多作者进行过研究。Dolley (1929) 观察到食蚜蝇 *Eristalis* 的光感受性，在暗适应一小时后增加大約 20 倍。Wolf 和 Zerrahn-Wolf (1935) 发現蜜蜂大約在保持黑暗 30 分鈡后完成暗适应。Autrum (1950) 对多种昆虫进行研究，发現相应于暗适应过程的电位变化随着昆虫的种类而不同：如丽蝇 *Calliphora* 的电位变化甚小，而蚱蜢 *Tachycines* 和竹节虫 *Dixippus* 的却有明显的增加。Ruck (1958a, 1958b) 曾对一种夜間活动和三种白昼活动昆虫的复眼和单眼的电反应，与光适应后暗适应的时間，及暗适应后不同強度光刺激之間的函数关系作了比較的研究。石川誠男・平尾常男 (1960a, 1960b, 1960c, 1961) 对家蚕 *Bombyx mori* 蛾复眼的网膜电流图，与光适应、暗适应及温度之間的关系作了研究。Bernhard 和 Ottoson (1960a, 1960b) 結合組織学的观察，对白昼活动的蝴蝶 *Erebia ligea* 等及夜間

---

* 本文承田学文和于延芬两同志协助工作，写稿期間受到郭郛和翟启慧两位先生的热情帮助，特此一併表示感謝。
本文于 1962 年 4 月 11 日收到。

000443

活动的夜蛾 *Cerapterys graminis* 等进行研究，并确定了暗适应过程的两个相。

二、材料和方法

試驗的材料为試驗室內飼养的粘虫，幼虫以玉米飼养，成虫羽化后在 20°—30℃ 培养，并給予 10% 的蜂蜜溶液作为补充营养。如此培育 2—11 天后分别进行試驗。試驗时溫度保持在 17°—21℃，一般在同一昆虫的試驗过程中，溫度变化在 ± 1℃ 以內。在試驗时虫体保持完整，固定于一特制的、能調节高度及距离的木架上，以使光点能恰好照射到一复眼的正中，另一复眼不接受光照。

刺激复眼的光源为一 6 伏 5 安培的鎢絲灯，由磁飽和稳压器使电源保持恆定，并通过調压变压器改变稳压后的电压，以获得不同的光強度。光照的設置如图 1 所示，灯光先經虹彩光圈成为一束光綫，再通过快門照射于一由显微鏡物鏡制成的集光鏡上，由此聚集成 0.97—1.17 毫米直径的光点照射在一复眼上。此光点的直径大小可借特制木架与集光鏡之間的距离远近来調节。光強度用光电池經照射后产生的电流強度，并换算成对数单位(Log *I*)来表示，当 Log *I* = 3.0 时光点的照度約相当于 1038 勒克司，Log *I* = 0.5 时約相当于 8.7 勒克司。

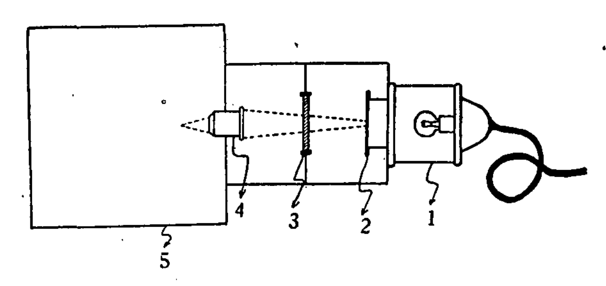


图 1 光照刺激的設置：1. 6 伏 5 安培的鎢絲灯；2. 虹彩光圈；3. 快門；4. 集光鏡，由显微鏡物鏡制成；5. 暗盒。虛綫表示光綫的途径，粘虫成虫的一复眼接受暗盒中集中光綫的刺激。

电极使用銀——氯化銀楔形电极。对照电极尖端直径約 0.1 毫米，刺入粘虫成虫的腹部，深度为 2—3 毫米。作用电极的尖端直径約 0.08 毫米，置于复眼正中心插入角膜的深度为 0.4—0.7 毫米間。

网膜电流通过电极导向一生物电动势放大器，所采用的为电阻——电容耦合放大器，时間常数为 0.25 秒。

虫体安置电极后保持在黑暗条件下 30 分鈡，再用 Log *I* = 2.0 強度的光照射 30 分鈡，使复眼达到充分的光适应。此后停止照射使它发生暗适应。于黑暗中保持不同时間而測定对光照的反应时，每次用照射时間为 0.18 秒的快門速度，Log *I* = 2.0 強度的閃光进行刺激。光刺激的产生与示波器的扫描同步，使示波管的螢光屏上出現单次的网膜电流图，根据摄影的記录来进行暗适应不同时間，視网膜电位变化的比較。另一試驗为当复眼暗适应基本完成后，亦即于上述試驗保持黑暗到第 165 分鈡时，用不同的光強度每隔 1 分鈡刺激一次，刺激強度由弱轉強，共分为 8 个等級。当用来測量的个体完成了上述两种試驗后，为了試探所得数据的可靠性，継續保持虫体在黑暗中 1—2 小时，然后重复上述所有步驟。

三、結 果

粘虫成虫复眼网膜电流图的波形如图 2 和图 3 所示；它一般包含有四个組成部分；首先出現的为照光后最先产生的“开光反应”，由图中可見到这是一正相的电位变化。其次

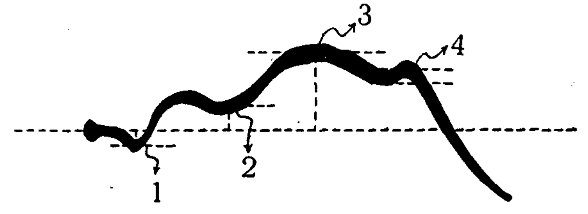


图 2　粘虫成虫复眼的典型网膜电流图，表明 4 个組成部分：1.开光反应；2.正相电位；3.感受器电位；4.閉光效应。波形向上者为負。

2mV

15″　30″　45″　1′　3′　5′　10′

15′　30′　45′　60′　90′　120′　150′

-0.5　0.0　0.5　1.0　1.5　2.0　2.5　3.0

图 3　粘虫成虫复眼的网膜电流图。左两列为暗适应不同时間后的网膜电流图，时間标明于右上角。最右列为暗适 165 分鈡后，用不同強度閃光刺激所产生的网膜电流图，強度（Log *I*）标明于右上角。左上角为电压校正 2 毫伏。所有波形向上者为負。

出現的为一負相的电位变化，它代表光照后由視网膜感受器所产生的电位改变。当停止光照时出现一个短暂的、負相的“閉光效应”。在負相感受器电位的升起端，当光刺激強度低于 Log $I=2.0$ 时可見到仅仅表現为一个曲折的“正相电位”。

由于虫体保持完整，未将感受器与視神經节分离开来进行测量。所以由整体昆虫所测得的网膜电流图，是光照时产生于复眼的光感受器及与其有关的其他构造电位变化的代数和，其中主要的为感受器的电位变化。本文在作暗适应过程中所产生的电位变化，及暗适应后用不同光強度刺激所产生的电位变化的比較时，就是应用此种总的电位来进行的。試驗結果按网膜电流图各組成部分的特点叙述如下。

（一）发生于視网膜感受器的負电位

因暗适应的程度及暗适应后所用的刺激閃光的強度不同而发生显著的变化，并且对其他几种成分发生影响，改变了网膜电流图的波形。

（1）感受器电位变化与暗适应时間之間的关系

感受器在暗适应过程中所产生的电位变化如表 1 所示；由此可見电位強度随着暗适应时間的延长而逐漸增加。雌雄之間由平均数值来看，似乎雌的較雄的略高，但由差异显著性的测定所求得的偶差全小于 32:1，表明雌雄虫之間差异不显著；因此本工作中在統計电位变化与暗适应时間之間的关系时一起計算。由表 1 所列的雌雄个体一起統計的数据可見，在暗适应第 15 秒鐘时电位为 1.79 毫伏；当第 150 分鐘时用同样的光強度所产生的电位为 7.44 毫伏，两者相差約 4 倍。在重复試驗中，測定前后两次测量之間的差异显著

表 1 粘虫成虫复眼光適应 30 分鐘后，在不同暗適应时間时用 Log$I=2.0$ 光强度刺激所産生的电位变化

光适应30分钟后暗适应的时間	雌与雄成虫合計的，前后两次測量的电位							雌与雄成虫前次測量的电位						
	測量值			重复測量值			前后两次測量相較之偶差[2]	雌成虫			雄成虫			雌与雄成虫相較之偶差
	虫数	电位强度(毫伏)	或差(P.E.)[1]	虫数	电位强度(毫伏)	或差(P.E.)		虫数	电位强度(毫伏)	或差(P.E.)	虫数	电位强度(毫伏)	或差(P.E.)	
15″	34	1.79	0.09	26	2.35	0.13	37.46:1	17	1.82	0.11	17	1.77	0.11	<1.00:1
30″	34	2.00	0.11	26	2.58	0.11	215.92:1	17	1.99	0.13	17	1.97	0.16	<1.00:1
45″	34	2.06	0.11	27	2.72	0.13	116.23:1	17	2.03	0.15	17	2.10	0.16	<1.00:1
1′	36	2.17	0.11	27	2.80	0.13	78.37:1	18	2.18	0.15	18	2.25	0.16	<1.00:1
3′	32	2.75	0.15	24	3.25	0.18	7.28:1	17	2.68	0.19	15	2.63	0.19	<1.00:1
5′	35	3.13	0.15	26	3.58	0.16	4.64:1	17	3.03	0.22	18	3.05	0.22	<1.00:1
10′	34	3.59	0.15	24	4.13	0.19	7.26:1	17	3.74	0.25	17	3.46	0.19	<1.00:1
15′	34	4.32	0.18	26	4.77	0.19	2.98:1	17	4.36	0.26	17	4.25	0.22	<1.00:1
30′	36	5.81	0.22	27	5.91	0.22	<1.00:1	18	6.03	0.30	18	5.46	0.26	1.90:1
45′	34	6.65	0.25	27	6.83	0.24	<1.00:1	18	7.02	0.45	16	6.34	0.27	1.63:1
60′	36	6.83	0.24	27	7.09	0.26	<1.00:1	18	6.95	0.41	18	6.58	0.24	<1.00:1
90′	36	7.33	0.24	27	7.50	0.27	<1.00:1	18	7.38	0.42	18	7.24	0.27	<1.00:1
120′	35	7.41	0.26	26	7.85	0.30	1.18:1	18	7.40	0.47	17	7.32	0.28	<1.00:1
150′	33	7.44	0.27	25	7.70	0.26	<1.00:1	17	7.55	0.47	16	7.40	0.26	<1.00:1

1) 应用公式 $P.E. = \pm 0.6745\sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$ 計算而得，其中 d 为差异，n 为测定次数。

2) 見王綬 1958 实用生物統計法(商务版)引 Hayes, H. K. 和 Garber, R. J. 1927 Breeding Crop plants. 按一般經驗，偶差在 32:1 以上时差异方为显著。

性，結果表明在最初 1 分鐘內两次測量的結果差异显著，但以后所測得的电位，前后两次測得的数据相互比較的偶差全小于 32:1，差异并不显著。此原因可能因为虫体长时間保持黑暗后复眼感受性有些微弱的提高，开始暗适应 1 分鐘以內因电反应較弱，这些差异能够显示出来，但暗适应时間稍长一些电反应变強，这样微弱的差异就变为不显著。

用表 1 雌雄一起統計的数据画成图 4 的曲綫，表示暗适应时感受器产生的电位变化与暗适应时間之間的相关性。由此曲綫可見，电位随着暗适应时間的延长而逐漸增加。曲綫的形状开始时較陡，以后逐漸变緩，这說明了相隔同样的时間距离，在 45 分鐘前电位变化較大，并且时間越往前越显著，而 45 分鐘后虽相隔 30 分鐘电位变化亦不超过 0.5 毫伏。另外用第 150 分鐘所产生的电位与其他时間产生的电位作差异显著性測定时，直到第 30 分鐘处差异方显著。对重复測量所得結果的測定亦获得类似的情况。因此，由此两者可确定：粘虫成虫复眼在此种条件下，初步完成暗适应所需的时間約为30—45分鐘之間。由图 4 尙可見到在曲綫的第 10 分鐘处出現一个中断的曲折。

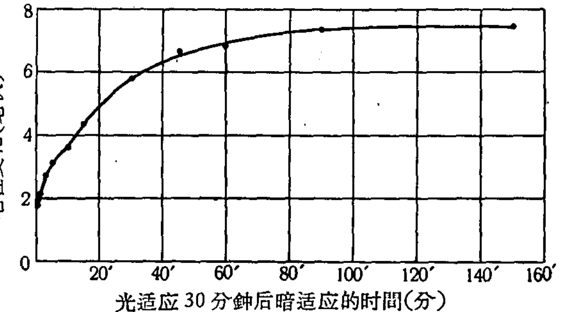


图 4　粘虫成虫复眼暗适应时，照光所产生的电位变化与暗适应时間的关系，光刺激強度 $\mathrm{Log}\, I = 2.0$

（2）暗适应后感受器电位变化与刺激閃光強度之間的关系

当复眼暗适应 165 分鐘后，用不同強度的閃光刺激时，电位变化亦随之逐漸增強。这种相关在雌雄个体之間，以及雌雄合計数据的前后两次測量之間，分别进行差异显著性的測定。測得的偶差全小于32:1，表明差异都不显著。图 5 即为表示电位变化与閃光強度的对数（$\mathrm{Log}\, I$）之間的相关曲綫；由此可見到电位随閃光強度的增加而增強。

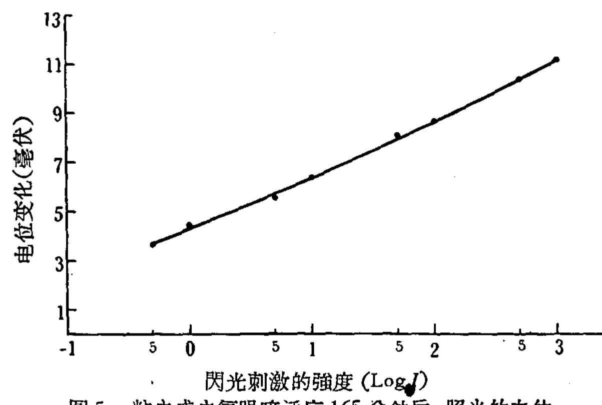


图 5　粘虫成虫复眼暗适应 165 分鐘后，照光的电位变化与閃光強度（$\mathrm{Log}\, I$）之間的相关性

此外，以暗适应到 150 分鐘用 $\mathrm{Log}\, I = 2.0$ 光強度刺激所产生的电位与暗适应 165 分鐘用不同強度光刺激时，$\mathrm{Log}\, I = 2.0$的光刺激所产生的电位作差异显著性比較时，偶差小于32:1；表明差异不显著。这說明了在这样条件下复眼已达充分暗适应，而且每次刺激之間 1 分鐘的时間間隔，已經能够免除前一次刺激的影响；所以所获得的閃光強度的对数与电位变化的相关曲綫（图 5），比較可靠地反映了感受器在暗适应后的感受性与閃光強度之間的关系。

（二）网膜电流图的波形与暗适应时間及閃光強度之間的关系

（1）"开光反应"

由图 3 及图 6 可以見到：在暗适应时間短于 30 分鐘及閃光強度低于 $\mathrm{Log}\, I = 1.5$ 时，复眼受到閃光刺激后最先产生的是"开光反应"，极性表現为正的电位。"开光反应"所表

現的电位强度，似乎随暗适应时間的延长与閃光强度的增加而逐漸变弱，而且可能观察到的机会亦随之減少，特别在接近暗适应 30 分鈡后及閃光强度增至 Log I = 1.5 时最为明显。图 6 中的"开光反应"电位与暗适应时間之間的相关曲綫所表示的电位变化，是代表在此时間出現"开光反应"个体的平均电位强度，而未表現"开光反应"的个体未計在內。电位变化的范围大約在正 0.5—0.8 毫伏間，可能出現的机会变动在 56—97%之間。

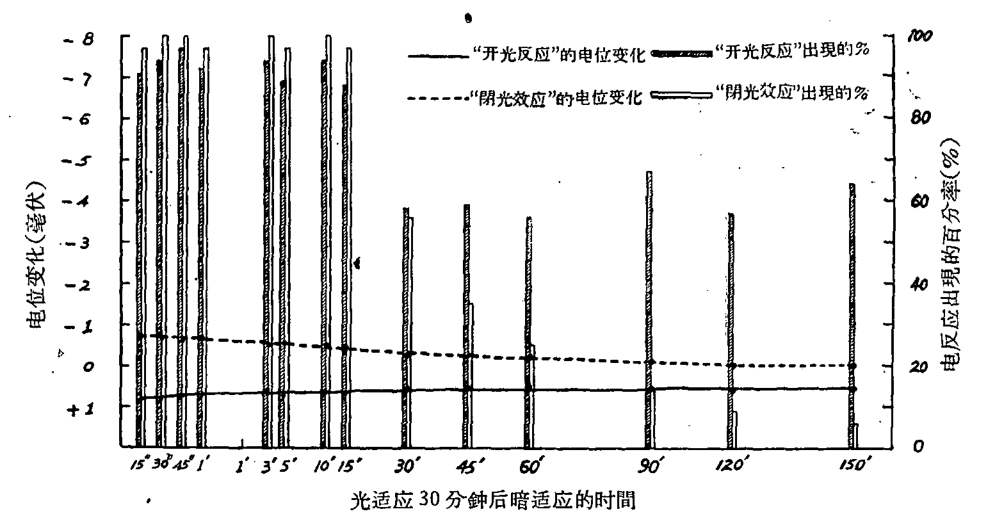


图 6 暗适应时間与"开光反应"和"閉光效应"的关系，光刺激强度 Log I = 2.0

（2）"閉光效应"

由图 3 明显地可以見到：当閃光完了网膜电位开始恢复到原来水平时常出現一个向上的負电位。从图 3 及图 6 中都可見到，其电位变化似乎随暗适应时間的延长及閃光强度的增加而逐漸減弱；最后表現为一不明显的折皺或完全观察不到，特别从暗适应 30 分鈡后与閃光强度增至 Log I = 1.5 时，出現的可能性显著減少。图 6 中所示的"閉光效应"电位变化同暗适应时間之間的相关曲綫，亦是代表在此时間出現"閉光效应"个体的平均电位强度。

（3）"正相电位"

由图 3 可以見到：在感受器負电位的升起端，当暗适应时間較短及閃光强度較弱时，出現为較明显的曲折。但当暗适应时間延长或閃光强度增加时，逐漸变为不明显的折皺，且出現的部位亦逐漸升高，当閃光强度增至 Log I = 2.5 以上时卽不再表現出来。

四、討 論

昆虫复眼的构造因活动习性的不同，大致可分为两类：适合于白天活动的与适合于夜間活动的。前者感觉細胞与晶体直接相連，网膜色素細胞全部包围着它，且网膜色素細胞內的色素不移动。后者感覚細胞不直接与晶体相連，中間隔着一段无色透明的介質，而且随着周围环境中光强度的減弱或由光适应的情况下轉入暗适应时，网膜色素細胞中的色素能向远側端移动；这样使得每个小眼的感受器，不仅能感受到通过本身小眼面透入的光綫，幷且也能感受由邻近小眼面通过无色透明介質投射来的光綫，从而提高了整个复眼的感受性。由感覚細胞所組成的視覚柱感受性的变化，一般被認为由于对光敏感的化学物

質，經照光后的迅速分解与在黑暗中的再合成来調节。本文所研究的粘虫成虫复眼屬于适合于夜間活动的类型；因此感受器电位变化与暗适应时間之間的相关曲綫，为反映色素移动和对光敏感化学物質的变化这两种机制綜合的結果。Bernhard 和 Ottoson (1960a, 1960b) 以蝴蝶 *Argynnis adippe* 代表白昼活动的昆虫，夜蛾 *Cerapteryx graminis* 代表夜間活动的昆虫，結合組織学的观察研究了复眼的暗适应过程。他发現在前一种类中，光刺激閾値強度与暗适应时間之間的相关性是一平滑而无中断的一相曲綫，閾値降低的范围为 1—1.5 个 Log *I* 单位，网膜色素細胞的色素幷不移动，暗适应完成的时間短于 10 分鈡。在后一种类中暗适应曲綫有一明显的中断，第一相大約在 10 分鈡之內完成，閾値降低的范围大約在 1—1.5 个 Log *I* 单位，此时亦无色素移动之現象。第二相閾値变化为 2—3 个 Log *I* 单位，到暗适应 30 分鈡后变化尙未完全結束，此时在組織学上观察到有色素移动的現象。因此他訒为暗适应过程中的第一相是由于某些对光敏感化学物質的再合成所形成的，而第二相是由視网膜色素細胞內的色素向外移动来調节。作者所获得的曲綫(图 4) 于第 10 分鈡时有一中断的曲折，可能說明在此时間以內对光敏感化学物質的再合成趋于完成，往后还将借色素的移动使相邻小眼的視覚柱感受彼此折射来的光綫，从而提高感覚細胞所照射到的光強度，使对光敏感的化学物質在外界环境較弱光綫的照射下亦能够分解，这样便提高了复眼的感光能力。

Ruck (1958b) 对美洲蜚蠊的单眼及 Bernhard 和 Ottoson (1960a, 1960b) 对蝶类和夜蛾类昆虫所画出的閃光強度对数 (Log *I*) 与电位变化的相关曲綫，因使用的光強度范围較大，故获得 S 形曲綫。作者所画出的相关曲綫 (图 5) 可能由于使用的光強度变化范围較窄，故几乎成为正比的直綫相关。实际上粘虫成虫复眼在暗适应开始 15 秒鈡与暗适应完成后，所产生的电位两者之差，将随光适应时的照光強度及暗适应时所用的閃光強度的增加而增加。因此复眼感受器之光感受性，及能适应的光強度范围尙大于本試驗所测量的范围，这也就是說它能感受比此更为微弱的光亮，及忍受更強的光照。

Ruck (1958a) 及 Bernhard 和 Ottoson (1960a, 1960b) 等发現在复眼或单眼不同适应程度时所画出的光強度对数与电位变化之間的一系列相关曲綫，仅是在座标軸上发生向右的轉移，而曲綫的形状却彼此相似。这說明因适应程度的不同，用同样的光強度所引起的电反应減弱，但是光強度对数与电反应之間的关系保持不变。

根据上述这些結果可作出这样的假設：卽暗适应曲綫的第一相代表光敏感化学物質再合成的特性，曲綫的第二相代表网膜色素細胞內色素移动的过程；光強度的对数(Log*I*)与电位变化之間的相关曲綫，代表光敏感化学物質分解过程的特点，此过程因照光強度及适应程度的不同，而影响了它的分解程度，从而又影响了視覚細胞的光感受性。在夜間活动的昆虫因色素細胞內色素移动的調节，輔助了这样一个分解过程，使其能在更寬的光照強度范围內保持分解的可能。这就保証了昆虫旣能适应明亮的阳光，又能在微弱的光亮下有活动能力。粘虫成虫能在微弱光照下保持活动能力是与此分不开的。

昆虫网膜电流图的波形，很早就有許多作者开始观察：Hartline (1928) 将节肢动物网膜电流图的“开光反应”分成 A 与 B 两个部分，有些网膜电流图仅表現为单相的 B 波。Ruck (1957, 1958b, 1961a, 1961b) 对几种昆虫的单眼与复眼网膜电流图的波形作了分析，不論单眼与复眼大致包含四种或几种成分，幷对美洲蜚蠊与蜻蜓的单眼网膜电流图

中几种成分的起源亦作了詳細的研究。石川誠男·平尾常男（1960a, 1960b, 1961）对家蚕蛾复眼与单眼的网膜电流图亦作了分析。本工作今对粘虫成虫复眼网膜电流图的变化作了观察，由于所获得的网膜电流图是复眼感受器及有关神經构造在光刺激时所产生的电位变化的代数和，因此各組成部分可因相互間发生影响而改变了网膜电流图的波形。随着暗适应时間的延长及暗适应后閃光刺激強度的增加，产生于感受器的电位逐漸增強，因而使"閉光效应"逐漸表現得不明显（图 3），甚至完全消失不見。由于感受器电位变化迟滞的时間亦随之逐漸縮短，达最大高度的时間提前，故使"开光反应"逐漸表現得不明显或消失，同时还使表現在感受器負电位升起端的"正相电位"在曲綫上出現的部位亦逐漸升高，当閃光強度增至 Log I = 2.5 以上时"正相电位"亦被遮盖而不再显示。

参 考 文 献

Autrum, H.: 1950. Die Belichtungspotentials und das Sehen der Insekten. *Z. vergl. Physiol.* **32**: 176.

Bernhard, C. G. & Ottoson, D.: 1960a. Comparative studies on dark adaptation in the compound eyes of nocturnal and diurnal Lepidoptera. *J. Gen. Physiol.* **44**:195.

Bernhard, C. G. & Ottoson, D.: 1960b. Studies of the relation between the pigment migration and the sensitivity changes during dark adaptation in diurnal and nocturnal Lepidoptera. *J. Gen. Physiol.* **44**: 205.

Hartline, H. K.: 1928. A quantitative and descriptive study of the electrical response to illumination of the arthropod eye. *Am. J. Physiol.* **83**: 466.

Dolley, W. L.: 1929. Dark adaptation in the eye of *Eristalis tenas*. *Physiol. Zool.* **2**: 483.

Roeder, K. D.: 1953. Insect Physiology. John Wiley & Sons. Inc.

Ruck, P.: 1957. The electrical responses of dorsal ocelli in cockroaches and grasshoppers. *J. Insect. Physiol.* **1**: 109.

Ruck, P.: 1958a. Dark adaptation of the ocellus in *Periplaneta americana*: A study of the electrical response to illumination. *J. Insect. Physiol.* **2**: 189.

Ruck, P.: 1958b. A comparison of the electrical responses of compound eyes and dorsal ocelli in four insect species. *J. Insect. Physiol.* **2**: 261.

Ruck, P.: 1961a. Electrophysiology of the insect ocellus. I. Origin of the components of the electroretinogram. *J. Gen. Physiol.* **44**: 605.

Ruck, P.: 1961b. Electrophysiology of the insect ocellus. II. Mechanisms of generation and inhibition of impulses in the ocellus nerve of dragonflies. *J. Gen. Physiol.* **44**: 628.

Wolf, E. & Zerrahn-Wolf, G.: 1935. The dark adaptation on the eye of the honey bee. *J. Gen. Physiol.* **19**: 229.

石川誠男·平尾常男：1960a. 家蚕の視覚に关する电气生理学的研究 (I) 幼虫单眼の网膜电位(ERG)について。日本蚕絲学杂志，**29**(1):8—14。

石川誠男·平尾常男：1960b. 家蚕の視覚に关する电气生理学的研究 (II) 暗順应及び明順应を中心として幼虫单眼の ERG の分析。日本蚕絲学杂志，**29**(3):212—4。

石川誠男·平尾常男：1960c. 家蚕の視覚に关する电气生理学的研究 (III) 蚕蛾复眼の ERG に及ぼす溫度の影响。日本蚕絲学杂志，**29**(4):334—6。

石川誠男·平尾常男：1961. 家蚕の視覚に关する电气生理学的研究 (IV) 蚕蛾复眼の ERG について。日本蚕絲学杂志，**30**(2):153—9。

AN ELECTROPHYSIOLOGICAL STUDY ON THE DARK ADAPTATION OF THE COMPOUND EYE OF THE ARMYWORM MOTH, *LEUCANIA SEPARATA* WALKER (NOCTUIDAE: LEPIDOPTERA)

CHEN YUAN-KUANG AND CHIN CHUN-TEH
(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

An electrophysiological study has been made on the change in photosensitivity during the course of dark adaptation and the relation between the intensity of the stimulus and the magnitude of response in the compound eye of the armyworm moth.

1. The electroretinogram (ERG) of this species ordinarily consists of four components. These are the 'on-effect' which appears as a positive deflection of short duration, the essential negative wave which is believed to be of receptor cell origin, a positive deflection occurred at the ascending limb of the negative wave, and a negative 'off' spike. Under different conditions these components may influence each other so that the ERG could take different forms. Among these components, however, the negative wave is the most important in indicating the magnitude of response.

2. The photosensitivity of the compound eye increased during the course of dark adaptation which was completed in about 30 to 45 minutes by keeping the intact specimen in complete darkness. The potential of the negative wave at that time was found to be four times that at the end of the first fifteen seconds when dark adaptation started.

3. It was found that the relationship between the intensity of stimulus (expressed as the logarithm of illumination) and the magnitude of response (the maximum potential change as measured by the height of the negative wave) approximates a straight line in the range of $\log I = -0.5$ to 3.0 ($\log I = 0.5$ about 8.7 lux, $\log I = 3.0$ about 1038 lux).

4. Since there was a conspicuous individual disparity in the magnitude of response to a definite intensity of stimulus, a statistical analysis shows that difference in this respect between male and female moths is not significant and the responses at definite intensities of stimulus are fairly reproducible.